

Análise de dados para verificar o balanceamento entre as três raças no jogo StarCraft II™

Matheus Farnese Lacerda Senna, Ana Luísa Araújo Bastos

Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte, MG – Brasil

senna.matheus@dcc.ufmg.br, alab@ufmg.br

Abstract. *The goal of this work is the usage of data analysis techniques, such as comparison with the multinomial distribution and the permutation test, to analyse data relative to the balance between the three races (Protoss, Terran and Zerg) from the game Starcraft II™, made by Blizzard Entertainment, Inc.. As such, said techniques were utilized to validate with 1% significance the analysis made in data from matches, tournaments and earnings, where it was verified that Zerg is better than the other two in the first two cases, but all three are well balanced when it comes to total earnings in prize money.*

Keywords— *StarCraft, balance, Protoss, Terran, Zerg, p-value, permutation, multinomial distribution*

Resumo. *O objetivo desse trabalho é a utilização de técnicas de análise de dados, tais como a comparação com a distribuição multinomial e o teste de permutação, para analisar dados referentes ao balanceamento entre as três raças (Protoss, Terran e Zerg) do jogo StarCraft II™, produzido pela Blizzard Entertainment, Inc.. Dessa forma, tais técnicas foram utilizadas para validar com um nível de significância de 1% as análises feitas com dados de partidas, torneios e ganhos monetários em premiações e foi constatado que, com relação a partidas e torneios vencidos, Zerg é melhor do que as outras duas raças, mas as três são bem balanceadas ao analisar a quantidade de dinheiro ganho em premiações.*

Palavras-chave— *StarCraft, balanceamento, Protoss, Terran, Zerg, p-valor, permutação, distribuição multinomial*

1. Introdução

StarCraft II™ é um jogo eletrônico para computador do estilo RTS (real-time strategy, traduzido para “estratégia em tempo real”) desenvolvido pela Blizzard Entertainment, Inc. e lançado em 27 de julho de 2010. Nesse jogo, o jogador escolhe uma dentre três raças (Protoss, Terran e Zerg) para utilizar. Para uma boa jogabilidade, as três raças devem estar bem balanceadas entre si, isto é, dados dois jogadores que possuam o mesmo nível de habilidade no jogo, mas raças distintas, a probabilidade de vitória de ambos deve ser, aproximadamente, de 50%.

Por mais que discussões a respeito do balanceamento entre as raças ocorram recorrentemente em fóruns online da comunidade do jogo, raramente são utilizadas técnicas matemáticas para a validação de argumentos [Yun 2011]. Dessa forma, no presente artigo, foram utilizados dados de partidas jogadas e ganhos monetários em premiações de torneios, sobre os quais foram realizadas análises fazendo uso de técnicas como teste de permutação [Ojala and Garriga 2010] [Golland and Fischl 2003], visando obter resultados estatisticamente significativos.

O restante do trabalho está organizado da seguinte forma: primeiro discute-se a relevância de um bom balanceamento no jogo, depois há uma apresentação do banco de

dados utilizado, seguido por uma descrição e análise dos dados nele contido. Finalmente, há uma análise dos resultados seguida pela conclusão e objetivos futuros.

2. Descrição do problema e relevância

Um bom balanceamento é de vital importância para que os jogadores tenham uma boa experiência ao jogar, de tal forma que, caso uma raça seja favorecida com relação às outras, os jogadores das raças piores vão consistentemente perder mais do que ganhar quando jogarem contra a que é melhor. Tal fato gera insatisfação, resultando em perda de interesse no jogo ou em resenhas negativas na internet. Ambos são prejudiciais tanto à empresa (Blizzard) quanto à comunidade dos jogadores, pois o nível de irritação no ambiente do jogo aumenta, tornando-o menos divertido.

Ademais, quando se adentra o cenário competitivo e profissional, a situação se agrava. Como nesse caso os jogadores são muito habilidosos, qualquer mínima interação (e.g. uma unidade precisa de exatamente 3 ataques para eliminar outra unidade, mas, com uma melhoria, esse número cai para 2) faz diferença no resultado final. Com isso, o balanceamento se torna ainda mais importante, pois os jogadores profissionais podem abusar de qualquer vantagem, por menor que ela seja, tornando o jogo extremamente sensível a melhorias ou piorias em unidades e estruturas.

Além disso, no caso dos jogadores profissionais, ainda há o fato de que existem torneios com premiações, cujos montantes variam. Até o dia 01 de novembro de 2022 já foram distribuídos 35.994.607 dólares em prêmios, sendo que há torneios cujo total distribuído chega a 200.000 dólares. Portanto, é importante que as raças tenham probabilidades iguais de vitória, para que os torneios sejam justos. Tal justiça também se relaciona com uma questão ética, pois o que se espera de um jogo competitivo é que o resultado da partida seja baseado apenas nas habilidades de cada jogador.

Finalmente, já foi realizado um trabalho [Yun 2011] nos primórdios do jogo para verificar o balanceamento das raças usando regressão logística. Os resultados obtidos nesse artigo apontam para um confronto balanceado entre Protoss e Zerg, sendo Terran um pouco favorecido nos outros encontros, principalmente contra Zerg. Entretanto, devido ao fato de que Starcraft II era recente quando tal artigo foi escrito, haviam poucos dados disponíveis para serem analisados. Assim sendo, uma análise mais atual (2022) pode ser feita com mais facilidade e melhor significância estatística.

3. Base de dados

A base de dados utilizada foi obtida no site Aligulac^[1], que contém dados de partidas e torneios desde o lançamento de StarCraft IITM, em 2010, até a data de 1º de novembro de 2022. Esses dados são relativos a 21.878 jogadores, a maioria sendo profissionais, dentre os 260.027 jogadores totais.

O banco de dados é composto por doze tabelas, dentre as quais foram utilizadas:

- Player: informações sobre os jogadores, tais como nome e raça.
- Matches: informações sobre as partidas, tais como participantes e resultado.
- Event: informações sobre os torneios, tais como nome, local e data.
- Earnings: informações sobre as premiações dos eventos, tais como quem ganhou prêmio, o nome do evento e qual a quantia recebida.

Para as análises desse artigo, os dados foram organizados em 5 novas tabelas com base nos dados presentes no Aligulac. Três delas descrevem os ganhos monetários dos jogadores em premiações, sendo que a tabela I contém apenas torneios considerados grandes, a II apenas torneios pequenos e a III engloba todos os torneios, onde a classificação “grande” e “pequeno” é a divisão presente na base de dados do Aligulac. A tabela IV descreve partidas jogadas e a V contém os jogadores.

Tabela I

	tag	race	sum	country
0	Rogue	Z	313657	KR
1	Serral	Z	205925	FI
2	soO	Z	170350	KR
3	Stats	P	130732	KR
4	TY	T	127457	KR

Tabela II

	tag	race	sum	country
0	Maru	T	965085	KR
1	Serral	Z	960815	FI
2	Dark	Z	841399	KR
3	Rogue	Z	717313	KR
4	INnoVation	T	687375	KR

Tabela III

	tag	race	sum	country
0	Serral	Z	1166740	FI
1	Rogue	Z	1030970	KR
2	Maru	T	1025809	KR
3	Dark	Z	904999	KR
4	INnoVation	T	739144	KR

Nessas três tabelas, a coluna “tag” indica o nome do jogador, “race” indica a raça (onde P = Protoss, T = Terran, Z = Zerg), “sum” indica a quantia (em dólares) que o jogador já ganhou em torneios e “country” indica a nacionalidade do jogador. Elas possuem, respectivamente: 2933, 446 e 2914 entradas no total, sendo que as 5 primeiras de cada uma estão sendo mostradas nas tabelas I, II e III.

Tabela IV

	pla	plb	rca	rcb	sca	scb	date
0	TRUE	Bails	Z	P	3	1	2016-07-24
1	ZhuGeLiang	svetosha	Z	Z	1	0	2016-07-31
2	Sleep	Daloze	Z	Z	0	2	2016-07-25
3	Ret	iNfeRnaL	Z	P	4	2	2010-03-13
4	Lillekanin	Ekkiejj	T	Z	2	1	2016-08-01

Tabela V

	tag	race	country
0	Palitos	T	PE
2	RJZ	Z	US
3	JohMan	T	SE
4	Imote	Z	ES
5	Mark	Z	US

Na tabela IV, “pla” e “plb” são os nomes dos jogadores A e B, respectivamente, “rca” e “rcb” se referem à raça dos jogadores A e B, “sca” e “scb” são quantos rounds os jogadores A e B ganharam naquela partida (e.g. na primeira linha, TRUE estava jogando de Zerg e ganhou uma melhor de 5 por 3 a 1 contra Bails, que estava jogando de Protoss) e “date” é a data (ano-mês-dia) quando a partida foi jogada. A tabela possui ao todo 415.767 entradas.

Na tabela V, “tag” indica o nome do jogador, “race” indica a raça e “country” indica a nacionalidade. Ela possui 20.052 entradas.

É importante ressaltar que os dados são referentes a jogadores profissionais ou da liga “grandmaster”, que é a classificação mais alta que um jogador pode ter dentro do jogo. Isso significa que a análise que será realizada nas próximas seções desse artigo refletem apenas o cenário do mais alto nível de habilidade do jogo.

4. Descrição dos dados

4.1. Ganhos monetários em premiações de torneios

Primeiramente, os números de jogadores de cada raça são: 6595 Protoss, 6406 Terran, 7051 Zerg. Esses números representam, respectivamente, 32,889%, 31,947% e 35,164% do total. Dessa forma, a tabela VI relaciona os ganhos em premiações em torneios, divididos por raça.

Tabela VI

Protoss	Terran	Zerg	
1.465.584	1.215.948	2.088.731	Grande
222	189	296	Grande / jogadores

30,723%	25,490%	43,786%	Grande %
9.997.734	9.742.701	11.483.909	Pequeno
1.515	1.520	1.628	Pequeno / jogadores
32,019%	31,202%	36,779%	Pequeno %
11.463.318	10.958.649	13.572.640	Total
1.738	1.710	1.924	Total / jogadores
31,847%	30,445%	37,707%	Total %

Na tabela VI, as colunas indicam as raças. As linhas estão separadas em blocos de 3, referenciando, respectivamente, torneios grandes, pequenos e todos. A primeira linha de cada bloco é a quantidade, em dólar, que aquela raça já ganhou em prêmios naquela categoria de torneios. A segunda linha é o valor da primeira linha dividido pelo número de jogadores daquela raça. A terceira linha, é a porcentagem dos valores da primeira linha com relação à soma dos mesmos.

Observa-se que Zerg teve mais sucesso do que as outras duas raças, sendo que Protoss teve uma performance um pouco melhor do que Terran. Esses valores serão analisados adiante, na seção 5.1 desse artigo.

4.2. Partidas ganhas

Com relação à quantidade de partidas ganhas, tem-se:

- 102.500 Protoss vs Zerg, das quais 49.713 foram ganhas por Protoss e 52.787 por Zerg, isto é, 48,500% de porcentagem de vitória para Protoss.
- 83.136 Protoss vs Terran, das quais 41.556 foram ganhas por Protoss e 41.580 por Terran, isto é, 49,986% de porcentagem de vitória para Protoss.
- 87.311 Terran vs Zerg, das quais 43.040 foram ganhas por Terran e 44.271 por Zerg, isto é, 49,295% de porcentagem de vitória para Terran.

Novamente, observa-se que Protoss e Terran tiveram resultados bem parecidos, enquanto Zerg teve mais sucesso do que as outras duas raças. Esses valores serão analisados adiante, na seção 5.2 desse artigo.

5. Análise dos dados

5.1. Ganhos monetários em premiações de torneios

Apesar de ser conhecida a porcentagem de jogadores de cada raça, como apresentado no primeiro parágrafo da seção 4.1, essa porcentagem não pode ser usada como base para uma distribuição multinomial para a análise dos ganhos monetários, pois eles variam muito de acordo com o nível de habilidade de cada jogador, sendo que os melhores jogadores ou os que participam mais de torneios têm uma influência muito maior nessa métrica do que jogadores piores ou do que jogadores que não participam de torneios.

Assim sendo, foi realizado um teste de permutação sobre os dados das tabelas I, II e III, onde os valores de “race” foram permutados aleatoriamente, isto é, onde a cada jogador é atribuída uma raça aleatória, mas de forma que o total de jogadores de cada raça seja o mesmo valor original. A escolha desse teste estatístico se deve ao fato de não ser necessário conhecer a distribuição esperada dos dados e, como há uma quantidade grande o suficiente de dados, tal teste pode ser realizado com segurança de que os resultados serão estatisticamente significativos. [Adhikari, DeNero and Wagner 2022]

Dessa forma, a estatística de teste é definida como sendo a quantidade de dinheiro que cada raça ganhou dividido pelo respectivo número de jogadores. A análise foi feita para as duas categorias de torneio (grande e pequeno), bem como considerando ambas juntas (total).

O modelo nulo é definido como: dados os mesmos jogadores, caso eles escolhessem raças aleatórias (mas respeitando a proporção existente e, por isso, a permutação dos valores de “race” que já se encontram na tabela), a distribuição de ganhos em premiação observada na tabela VI é possível de ser obtida (e.g. em torneios pequenos, é possível observar o valor de 1.515 na métrica de ganho monetário de Protoss normalizado pelo número de jogadores).

A hipótese alternativa é definida como: alguma das 3 raças consistentemente ganha mais dinheiro em torneios do que as outras.

Após os testes (cujos resultados estão mostrados nos gráficos a seguir), foi calculado um p-valor para cada uma das 9 estatísticas observadas, representadas pelas linhas vermelhas nos gráficos (e.g. a linha vermelha na figura 1 está em 222, que foi o valor observado para a métrica no caso Protoss em torneios grandes). Tais estatísticas se encontram na Tabela VI, nas linhas “Grande / jogadores”, “Pequeno / jogadores” e “Total / jogadores”. Os p-valores encontrados foram:

- Protoss: 0,2100 Terran: 0,3640 Zerg: 0,1242 (torneios grandes)
- Protoss: 0,2040 Terran: 0,4296 Zerg: 0,2350 (torneios pequenos)
- Protoss: 0,2062 Terran: 0,4960 Zerg: 0,1870 (todos os torneios)

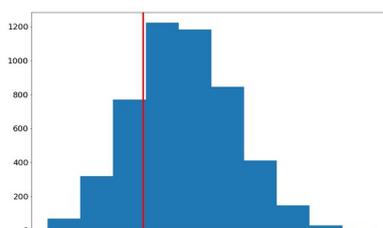


Figura 1. Protoss, grande

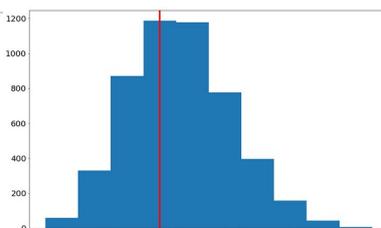


Figura 2. Terran, grande

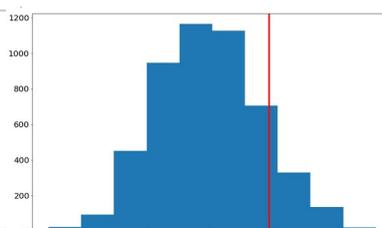


Figura 3. Zerg, grande

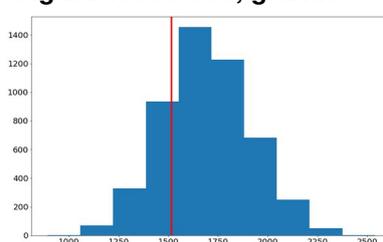


Figura 4. Protoss, pequeno

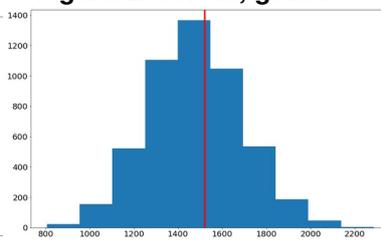


Figura 5. Terran, pequeno

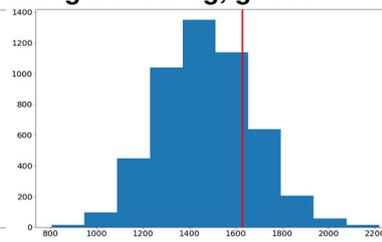


Figura 6. Zerg, pequeno

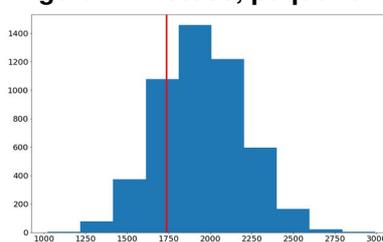


Figura 7. Protoss, todos

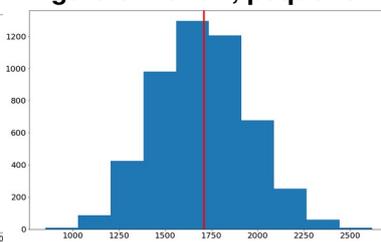


Figura 8. Terran, todos

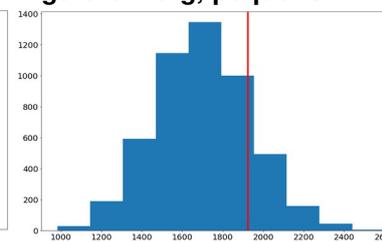


Figura 9. Zerg, todos

Foram feitas 5.000 repetições do teste de permutação e os resultados, isto é, a quantidade de dinheiro que determinada raça obteve, dada uma categoria de torneios, foram colocados nos histogramas acima. Nas figuras 1, 2 e 3, encontram-se gráficos para torneios grandes. Nas figuras 4, 5 e 6, torneios pequenos. E, por fim, nas figuras 7, 8 e 9, todos os torneios.

Finalmente, conclui-se o teste de permutação aceitando o modelo nulo para todos os casos, ou seja, a diferença entre os ganhos das raças em premiações de

torneios, não importando a categoria, pode ser explicada pelo acaso. Portanto, nos dados analisados, não há uma raça que consistentemente obtém mais ganhos monetários em premiações do que as outras.

5.2. Partidas ganhas

Em uma situação ideal, a probabilidade de vitória de uma raça com relação a outra deve ser de 50%, ou seja, cada uma deve vencer metade das partidas que jogar contra a outra. Tal situação pode ser simulada por uma distribuição binomial com $p = 0,5$ e $n =$ número de partidas.

Cada partida possui um peso igual, ou seja, cada vitória conta um “ponto” para a raça, independentemente do nível de habilidade do jogador que ganhou a partida. Assim sendo, como as partidas são jogadas, normalmente, entre jogadores com um nível de habilidade parecido, é possível simular um confronto entre duas raças utilizando uma binomial, de forma que, das n partidas jogadas entre duas determinadas raças, idealmente cada raça deve ganhar $0,5n$. Tal teste estatístico se adequa bem à situação, haja vista que a binomial modela exatamente a probabilidade de sucesso ou fracasso de determinado evento, no caso, a vitória ou derrota na partida. [Good 2012]

Com isso, a estatística de teste é definida como sendo o valor absoluto da diferença entre a porcentagem de vitória de uma das raças e 50%.

O modelo nulo é definido como: a distribuição dos resultados das n partidas jogadas entre duas dadas raças segue uma distribuição binomial com $p = 0,5$ e as diferenças entre as distribuições podem ser explicadas pelo acaso. O nível de significância adotado é de 1%.

A hipótese alternativa é definida como: dentre as duas raças analisadas e, considerando partidas uma contra a outra, uma delas consistentemente ganha mais partidas do que a outra.

Após os testes (cujos resultados estão mostrados nas figuras 10, 11 e 12), foi calculado um p-valor para cada uma das 3 estatísticas observadas. Tais estatísticas se encontram na seção 4.2. Os p-valores encontrados foram: 0,0000 (Protoss vs Zerg); 0,9369 (Protoss vs Terran); 0,0001 (Terran vs Zerg).

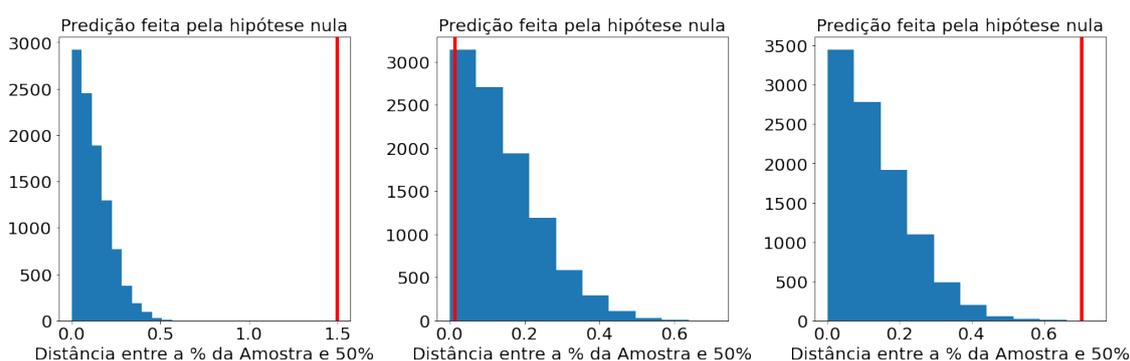


Figura 10. Protoss vs Zerg **Figura 11. Protoss vs Terran** **Figura 12. Terran vs Zerg**

Foram geradas 10.000 amostras [Good 2012] seguindo a distribuição binomial com parâmetros $p = 0,5$ e $n =$ partidas jogadas, isto é, 102.500 no caso de Protoss vs Zerg (figura 10), 83.136 para Protoss vs Terran (figura 11) e 87.311 para Terran vs Zerg (figura 12). Nessas distribuições, sucesso representa a vitória de Protoss nos dois primeiros casos e vitória de Terran no último caso. Dessa forma, para cada uma das 10.000 amostras geradas, foi calculado o valor absoluto da diferença entre 50% e a porcentagem de vitória de Protoss, nos dois primeiros casos, e de Terran no outro. Os

valores gerados estão plotados nos histogramas das figuras 10, 11 e 12. As linhas vermelhas são as estatísticas observadas, isto é, o valor absoluto da diferença entre 50% e a porcentagem de vitória expressa na seção 4.2 para cada um dos três encontros diferentes.

Assim sendo, conclui-se o teste rejeitando o modelo nulo para os casos em que Zerg está incluído, mas aceitando-o para o caso Protoss vs Terran. Em outras palavras: nos dados analisados, Protoss vs Terran é um confronto balanceado, onde cada raça ganha aproximadamente 50% das vezes. Contudo, em Protoss vs Zerg e Terran vs Zerg, Zerg obteve resultados melhores do que as outras raças, e esse valor é estatisticamente significativo.

5.3. Torneios vencidos

Na seção 5.1, discutiu-se os ganhos em premiação de torneios. Entretanto, normalmente, não é apenas o primeiro colocado do torneio que ganha prêmios. Nessa seção, será analisada a quantidade de vezes que cada raça ganhou um torneio, seja ele grande ou pequeno.

Assim como na seção 5.2, cada torneio vencido é binário, ou seja, cada vitória conta um “ponto”, independentemente do jogador que ganhou. Dessa forma, sob os mesmos argumentos da seção 5.2, a distribuição binomial descreve bem essa situação. Entretanto, para a análise de torneios vencidos, foi utilizada a distribuição multinomial, que é uma extensão da binomial para mais estados, no caso, vitória Protoss, Terran ou Zerg. Com isso, foram utilizadas as frequências de cada raça entre os jogadores como parâmetros da multinomial, ou seja, se 32,889% dos jogadores são Protoss, espera-se que Protoss ganhe 32,889% dos torneios. [Mosimann 1962]

Dessa forma, a estatística de teste é definida como sendo o valor absoluto da diferença entre a porcentagem de vitória de uma das raças e a sua respectiva prevalência entre os jogadores (32,889% para Protoss, 31,947% para Terran e 35,164% para Zerg).

O modelo nulo é definido como: a distribuição das vitórias nos n torneios disputados segue uma distribuição multinomial com $p = (0,32889; 0,31947; 0,35164)$ e as diferenças entre as distribuições podem ser explicadas pelo acaso. Novamente, o nível de significância adotado é de 1%.

A hipótese alternativa é definida como: há uma raça que consistentemente ganha mais torneios do que as outras.

Ao analisar os dados, foi observado uma porcentagem de vitória de 31,459% para Protoss, 29,553% para Terran e 38,988% para Zerg. Os p-valores para essas observações estão expressos a seguir, respectivamente: 0,0011 (Protoss); 0,0000 (Terran); 0,0000 (Zerg).

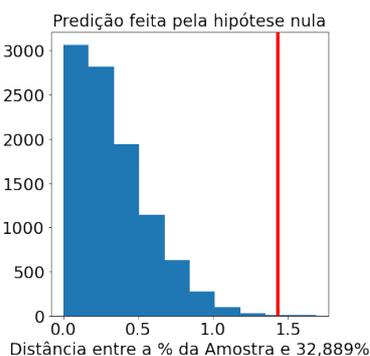


Figura 13. Protoss

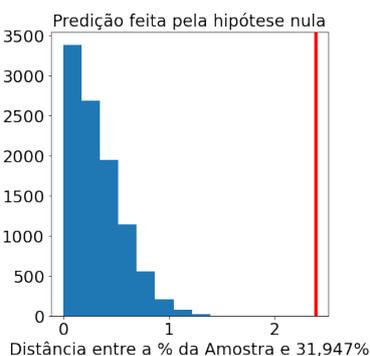


Figura 14. Terran

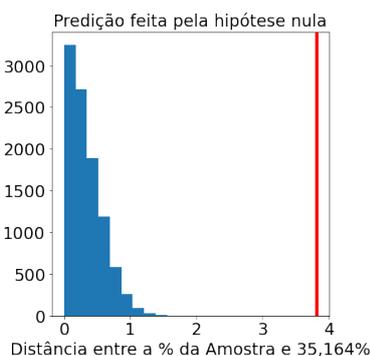


Figura 15. Zerg

Foram geradas 10.000 amostras seguindo a distribuição multinomial com $p = (0,32889; 0,31947; 0,35164)$ e $n = 12855$ (número de torneios). Dessa forma, para cada uma das 10.000 amostras geradas, foi calculado o valor absoluto da diferença entre a porcentagem de vitória da raça e sua respectiva prevalência. Os valores gerados estão plotados nos histogramas acima (respectivamente: Protoss, Terran, Zerg). As linhas vermelhas são as estatísticas observadas, isto é, o valor absoluto da diferença entre a prevalência da raça e a porcentagem de vitória observada no parágrafo anterior.

Portanto, conclui-se o teste rejeitando o modelo nulo para todos casos, isto é, Protoss e Terran ganham menos torneios do que o esperado, enquanto Zerg ganha mais. Todos esses resultados são estatisticamente significativos.

5.4. Três melhores jogadores de cada raça: partidas

Como forma de testar o impacto que os melhores jogadores possuem nas vitórias gerais das raças, foram definidas três novas tabelas, obtidas da tabela IV retirando, respectivamente, todos os jogos envolvendo os três melhores jogadores (de acordo com o site Aligulac) de Protoss, Terran e Zerg. A porcentagem de vitória entre as raças foi novamente computada da seguinte forma:

- Protoss vs Terran sem os 3 melhores Protoss: 49.544% de vitória para Protoss.
- Protoss vs Terran sem os 3 melhores Terran: 49,157% de vitória para Terran.
- Protoss vs Zerg sem os 3 melhores Zerg: 48.887% de vitória para Protoss.
- Terran vs Zerg sem os 3 melhores Zerg: 49.687% de vitória para Terran.

Essa análise tem como objetivo verificar se a remoção dos 3 melhores jogadores faz diferença no cenário geral e, portanto, como Zerg se saiu melhor em relação às duas outras raças, os casos Protoss vs Zerg e Terran vs Zerg sem os 3 melhores Protoss e Terran, respectivamente, não precisam ser analisados, pois, trivialmente, Zerg continuará sendo melhor.

A estatística de teste, o modelo nulo e o nível de significância são definidos da mesma forma como foram definidos na seção 5.2. Os p-valores obtidos para cada um dos 4 casos estão expressos abaixo:

- 0,0094 (Protoss vs Terran sem os 3 melhores Protoss) (Figura 16)
- 0,0000 (Protoss vs Terran sem os 3 melhores Terran) (Figura 17)
- 0,0000 (Protoss vs Zerg sem os 3 melhores Zerg) (Figura 18)
- 0,0671 (Terran vs Zerg sem os 3 melhores Zerg) (Figura 19)

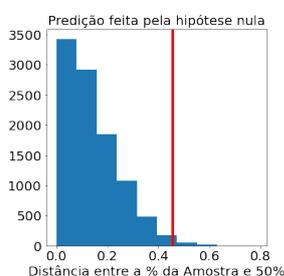


Figura 16

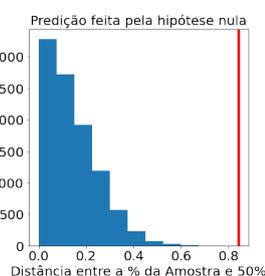


Figura 17

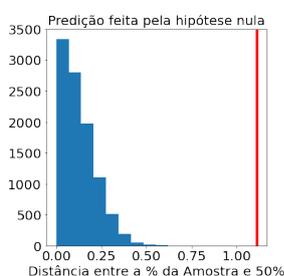


Figura 18

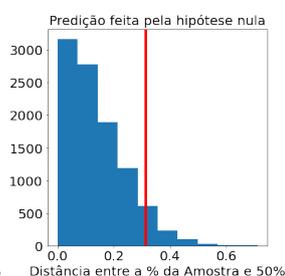


Figura 19

Os testes foram feitos da mesma forma descrita na seção 5.2 e, com isso, conclui-se que o modelo nulo deve ser rejeitado nos 3 primeiros casos e aceito no último. Ou seja: em Protoss vs Terran, a retirada dos 3 melhores de uma raça faz com que a outra, nas partidas analisadas, ganhe mais do que a que sofreu a retirada. Ambos

resultados são estatisticamente significativos. Já em Protoss vs Zerg, a retirada dos 3 melhores Zerg não muda o fato de que Zerg, nas partidas analisadas, ganha mais. Esse resultado também é estatisticamente significativo. Finalmente, em Terran vs Zerg, a retirada dos 3 melhores Zerg faz com que esse confronto se torne bem balanceado dentre as partidas analisadas.

5.5. Três melhores jogadores de cada raça: Ganhos em premiações

De forma análoga, foram definidas três novas tabelas, obtidas da tabela III e retirando, respectivamente, as linhas referentes aos três melhores jogadores (de acordo com o site Aligulac) Protoss, Terran e Zerg. É importante apontar que tais jogadores não são necessariamente os jogadores com maiores ganhos monetários.

A estatística de teste, o modelo nulo e o nível de significância são definidos da mesma forma como foram definidos na seção 5.1. Os p-valores obtidos para cada uma das 9 novas observações são expressos abaixo:

- Protoss: 0,0846 Terran: 0,3382 Zerg: 0,0822 (sem os 3 melhores Protoss)
- Protoss: 0,3692 Terran: 0,4106 Zerg: 0,0596 (sem os 3 melhores Terran)
- Protoss: 0,4432 Terran: 0,2544 Zerg: 0,3380 (sem os 3 melhores Zerg)

Novamente, o modelo nulo é aceito em todos os casos, ou seja, os 3 melhores jogadores de cada raça não fazem diferença significativa na distribuição dos ganhos entre as três raças.

6. Resultados

No geral, foram observados melhores resultados em Zerg. Essa superioridade é estatisticamente significativa quando são analisadas partidas separadas e primeiros lugares em torneios, mas pode ser explicada pelo acaso quando se trata de ganhos em premiações de torneios. Protoss e Terran, em todas as métricas analisadas, são bem balanceados entre si, não havendo uma superioridade clara de algum lado.

Com relação aos melhores jogadores, foi constatado que a participação deles é crucial para os resultados obtidos nas análises de partidas, mas pouca diferença fazem quando a métrica é ganhos em premiação.

Dessa forma, com relação ao balanceamento, a conclusão que se chegou é que, dentre os dados analisados, Zerg teve mais sucesso nas métricas testadas do que as outras duas raças. É importante apontar que tal resultado não implica necessariamente que Zerg é melhor do que as outras duas raças, pois, a partir da análise feita, não é possível obter uma relação causal, i.e., “Zerg é mais forte, e por isso ganhou mais partidas e torneios”, já que os testes realizados não permitem tal conclusão, limitando-se apenas a apontar uma correlação positiva e estatisticamente significativa de Zerg com vitórias em partidas e torneios, dentre os dados analisados. Dito isso, é possível que tal correlação positiva seja derivada do fato de que Zerg é melhor do que as outras duas raças, sendo que pode ser necessário um ajuste em suas unidades e estruturas de forma a diminuir a sua performance.

A obtenção de um resultado balanceado na análise dos ganhos em premiações pode ser explicada pelo fato de que, na maioria dos torneios, uma quantia parecida de dinheiro é distribuída para os quatro primeiros colocados, além de outros jogadores participantes também receberem uma quantia pequena. Como exemplo desse fato, a seguir estão as distribuições de prêmios^[2] de dois eventos classificados como “Premier” (classificação mais alta para um torneio, considerando sua importância e prestígio).

DreamHack StarCraft II Masters™ 2022 Atlanta:

1º: 15.000 USD – 2º: 10.000 USD – 3º a 4º: 6.500 USD – 5º a 8º: 3.600 USD –

9° a 16°: 2.000 USD – 17° a 24°: 1.250 USD – 25° a 32°: 1.000 USD – 33° a 40°: 750 USD – 41° a 48°: 500 USD – 49° a 56°: 300 USD – 57° a 64°: 150 USD

Global StarCraft II League™ (GSL) Code S Season 3, 2022:

1°: 30.000 USD – 2°: 12.000 USD – 3° a 4°: 9.000 USD – 5° a 6°: 6.500 USD – 7° a 10°: 5.000 USD – 11° a 20°: 3.000 USD

Assim sendo, enquanto a vitória em partidas ou torneios é um resultado binário (ou ganha-se ou perde-se), a premiação em torneios possui resultados intermediários significativos, isto é, mesmo que Zerg ganhe muito mais torneios, como visto na seção 5.3, os segundos e terceiros colocados também ganham bastante dinheiro, tornando a métrica de ganhos em premiações balanceada entre as raças.

Uma segunda conclusão que se pode tirar é que, ainda que Zerg seja, no geral, melhor, as outras duas raças conseguem ser competitivas o suficiente para prevenir que Zerg obtenha também os lugares de 2 a 4 nos torneios, ou seja, ao dividir os jogadores das raças por faixas de habilidade com o mesmo número de jogadores, apesar de Zerg ser melhor dentro das faixas, Protoss e Terran de uma faixa são melhores do que Zerg na faixa abaixo.

Essa segunda conclusão também reforça a ideia de um possível desbalanceamento no jogo que favorece Zerg, pois uma hipótese é que Protoss e Terran só conseguem ser competitivos na métrica de ganhos em premiações por causa do nível de habilidade dos jogadores que, como já mencionado na seção 2, é muito alto e sensível, de forma que um jogador tem uma grande vantagem sobre outro caso seja levemente melhor em algum aspecto do jogo.

7. Conclusão e trabalho futuros

Nesse artigo, foram analisados dados de partidas, torneios e ganhos em premiações, chegando à conclusão de que Zerg obteve mais sucesso do que as outras raças nas métricas de partida e torneios vencidos, mas as três raças são balanceadas na métrica de ganhos em premiações. A conclusão a que se chegou foi de uma correlação positiva entre Zerg e vitórias em partidas e torneios, o que aponta para um possível desbalanceamento do jogo favorecendo Zerg. O fato dos ganhos em premiações serem parecidos pode ser explicado pela forma como prêmios são distribuídos para os participantes dos torneios e pelo nível de habilidade entre os melhores jogadores do mundo ser muito alto.

Nos fóruns online da comunidade de StarCraft II™, que refletem a opinião de jogadores de todos os níveis, não apenas profissionais, é comum ver comentários de jogadores reclamando que Protoss é melhor do que as outras raças e precisa ser melhor balanceado. Esse fato não condiz com os resultados apresentados nesse artigo e, portanto, para o futuro, pretende-se analisar dados de partidas amadoras para ver se o resultado é o mesmo e Zerg obtém melhores resultados nas métricas analisadas também no nível amador, ou se as raças são balanceadas, ou até mesmo se Protoss possui melhores resultados, como sugerem os diversos comentários em fóruns.

8. Dados utilizados

1) Base de dados utilizada:

<http://aligulac.com/>

2) Dados da distribuição de prêmios nos torneios analisados na seção 6:

https://liquipedia.net/starcraft2/ESL_Pro_Tour/2022/23/Masters/Atlanta

https://liquipedia.net/starcraft2/Global_StarCraft_II_League/2022/Season_3

Referências

- Good, Phillip I. (2012) “Introduction to statistics through resampling methods and R” John Wiley & Sons.
- Adhikari, A., DeNero, J., & Wagner, D. (2022). “Computational and inferential thinking: The foundations of data science”. University of California, Berkeley.
- Yun, H. (2011). “Using Logistic Regression to Analyze the Balance of a Game: The Case of StarCraft II”. arXiv preprint arXiv:1105.0755.
- Ojala, M., & Garriga, G. C. (2010). “Permutation tests for studying classifier performance.” *Journal of machine learning research*, 11(6).
- Golland, P., & Fischl, B. (2003). “Permutation tests for classification: towards statistical significance in image-based studies”. In *Information Processing in Medical Imaging: 18th International Conference, IPMI 2003, Ambleside, UK, July 20-25, 2003. Proceedings 18* (pp. 330-341). Springer Berlin Heidelberg.
- Mosimann, J. E. (1962). “On the compound multinomial distribution, the multivariate β -distribution, and correlations among proportions”. *Biometrika*, 49(1/2), 65-82.